



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA – UNIFOR  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
CURSO ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO  
SISTEMAS INTELIGENTES**

## **Relatório – Perceptron**

Trabalho a ser apresentado e submetido à avaliação para a disciplina de Sistemas Inteligentes do Curso de Engenharia de Computação do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade de Fortaleza.

**Professor: Andre Luis V Coelho**

ARTHUR UCHOA GOMES      1410706  
DANIEL ARAGÃO ABREU FILHO    1420408

Março – 2019

## EXPERIMENTAÇÃO

Como solicitado no **ITEM 1** do trabalho, primeiramente foram considerados os dados não-normalizados, com uma **taxa de aprendizado de 1.0**, e foram realizadas **5 execuções** do treinamento do Perceptron. **A primeira, com pesos e limiar nulos. Nas seguintes, com valores aleatórios entre 0 e 1**, com estes valores sendo reiniciados a cada execução. A seguir, são apresentados os pesos, limiar e épocas de treinamento, bem como os demais dados obtidos:

$\eta = 1.0$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[212.11015867327893, 113.54900345587315]	16494.0	1794	100%
2	[168.55830579365443, 90.16086573132284]	13064.65	1149	100%
3	[96.55213448740872, 48.75320039254689]	7378.66	506	100%
4	[165.6369011403376, 88.19059449953656]	12898.73	1136	100%
5	[206.45555711054482, 109.17291141416642]	15942.77	1702	100%
Média de épocas para esta execução			1257.4	100%

Tabela 1: Dados obtidos após a realização do item 1.

Seguindo, no **ITEM 2** nos foi solicitado que repetíssemos o experimento 1, mas com uma alteração na **taxa de aprendizado**, que foi reduzida para **0.1**. Seguem os dados obtidos nesta etapa:

$\eta = 0.1$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[10.29283238688908, 5.5134605410277775]	797.20	555	100%
2	[13.075061303847503, 6.72194432712443]	1006.61	769	100%
3	[11.994571416934077, 6.361310349852656]	928.48	687	100%
4	[21.30415765079521, 11.501269842540125]	1655.65	1789	100%
5	[20.734793177622855, 11.063417218432903]	1605.98	1699	100%

Média de épocas para esta execução	1099.8	100%
------------------------------------	--------	------

Tabela 2: Dados obtidos após a realização do item 2.

No **ITEM 3**, novamente tivemos que refazer o item 1, com uma nova diminuição na **taxa de aprendizado**, que caiu para **0.01**. Os dados deste experimento estão representados na tabela que segue:

$\eta = 0.01$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[1.0280408288924634, 0.5463990537724999]	79.86	562	100%
2	[0.9986881146057578, 0.5113410532108922]	76.68	531	100%
3	[1.6905919076041283, 0.8637082851571274]	129.88	1145	100%
4	[1.3339609771883838, 0.686018301969745]	102.18	786	100%
5	[1.246304328126059, 0.6202484791599292]	95.09	713	100%
Média de épocas para esta execução			747.4	100%

Tabela 3: Dados obtidos após a realização do item 3.

Para o **ITEM 4**, foi solicitado a repetição dos três experimentos anteriores, mas agora os dados estando normalizados via padronização. Com isso, obtivemos os seguintes dados:

**Item 1 normalizado:**

$\eta = 1.0$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[44.75215126575098, 23.902526868119217]	-2.0	208	100%
2	[38.45660673452013, 20.54670411149445]	-1.82	153	100%
3	[45.125806620982644, 24.061611813953427]	-1.95	220	100%
4	[37.46979643617038, 19.897639719250023]	-1.70	165	100%
5	[32.47936737545338, 17.398576621780002]	-1.27	119	100%
Média de épocas para esta execução			173.0	100%

Tabela 4: Dados obtidos após a realização do item 4.1.

### Item 2 normalizado:

$\eta = 0.1$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[4.445708264712101, 2.3760158110658622]	-0.2	205	100%
2	[3.162797038139096, 1.7242332368945419]	-0.10	116	100%
3	[3.8597612788818005, 2.0633520765402125]	-0.18	164	100%
4	[3.5114002724763864, 1.869114435833722]	-0.16	140	100%
5	[3.2657664506661592, 1.7674702866335892]	-0.15	113	100%
Média de épocas para esta execução			147.6	100%

Tabela 5: Dados obtidos após a realização do item 4.2.

### Item 3 normalizado:

$\eta = 0.01$				
Execução	Pesos	Limiar	Épocas	Acerto
1	[1.206904345811599, 0.6542069239546598]	-0.039	5	100%
2	[0.49117037856911977, 0.26489630894236393]	-0.023	3	100%
3	[0.5787838320721922, 0.30851189101270504]	-0.025	7	100%
4	[0.6946229086674256, 0.37408381759513437]	-0.021	9	100%
5	[0.2777355241141885, 0.14983492787665717]	-0.010	11	100%
Média de épocas para esta execução			7.0	100%

Tabela 6: Dados obtidos após a realização do item 4.3.

O **ITEM 5** e penúltimo item deste relatório se deu em um questionamento: Qual a configuração mais eficiente das anteriores? Após analisarmos os dados obtido, concluímos que **o mais eficiente foi o item 3 com normalização via padronização**, por ter o menor número médio de épocas de treinamento.

No **ITEM 6**, nos foi solicitado que fossem selecionadas uma amostra da classe **A (+1)** e outra da classe **B (-1)**, necessitando que estivessem bem próximas entre si, para alterar suas classes temporariamente e verificarmos se, com isso, o treinamento

continuará convergindo ou não para cada um dos itens acima. Obtivemos os dados descritos na Tabela 7 com as observações a seguir:

p/ o Limite de épocas (**LE**) = 10000 épocas  
limiares sempre próximos:

Execução		Limiar	Épocas	Acerto (média)
Item 1	Não convergiu	34334.0	LE	88.75%
Item 2	Não convergiu	3433.0	LE	90,25%
Item 3	Não convergiu	343.0	LE	89%
Item 4.1	Não convergiu	-3.39	LE	97,25%
Item 4.2	Não convergiu	-0.29	LE	96,75%
Item 4.3	Não convergiu	-0.01	LE	96,75%
Média de épocas para esta execução			LE	93,125%

Tabela 7: Dados obtidos após a realização do item 6.

## CONCLUSÃO

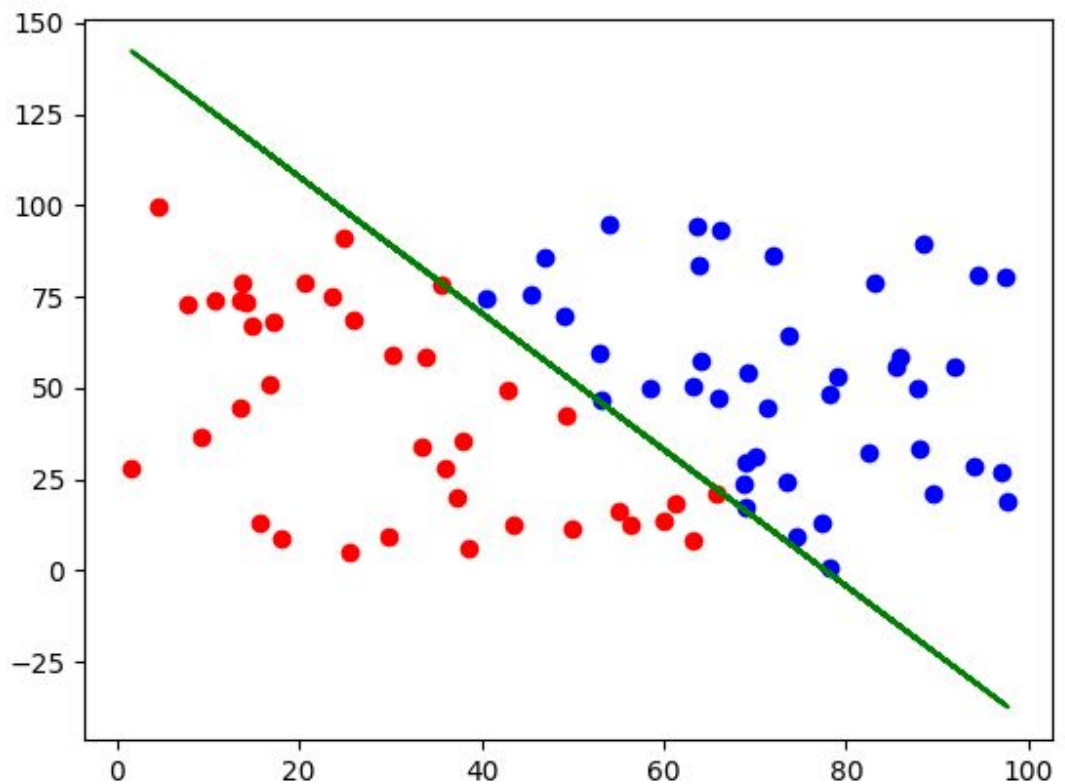
Concluimos que a aplicação foi ineficiente quando utilizamos uma função não linearmente separável, pois o algoritmo não consegue encontrar uma solução com 100% de taxa de acerto, como mostrado no item 6. Para os itens anteriores, podemos observar que foi encontrada uma solução, porém com muitas épocas, até que decidimos normalizar os dados, o que melhorou a performance do algoritmo que encontrou resultados com 200x menos épocas.

# Anexo

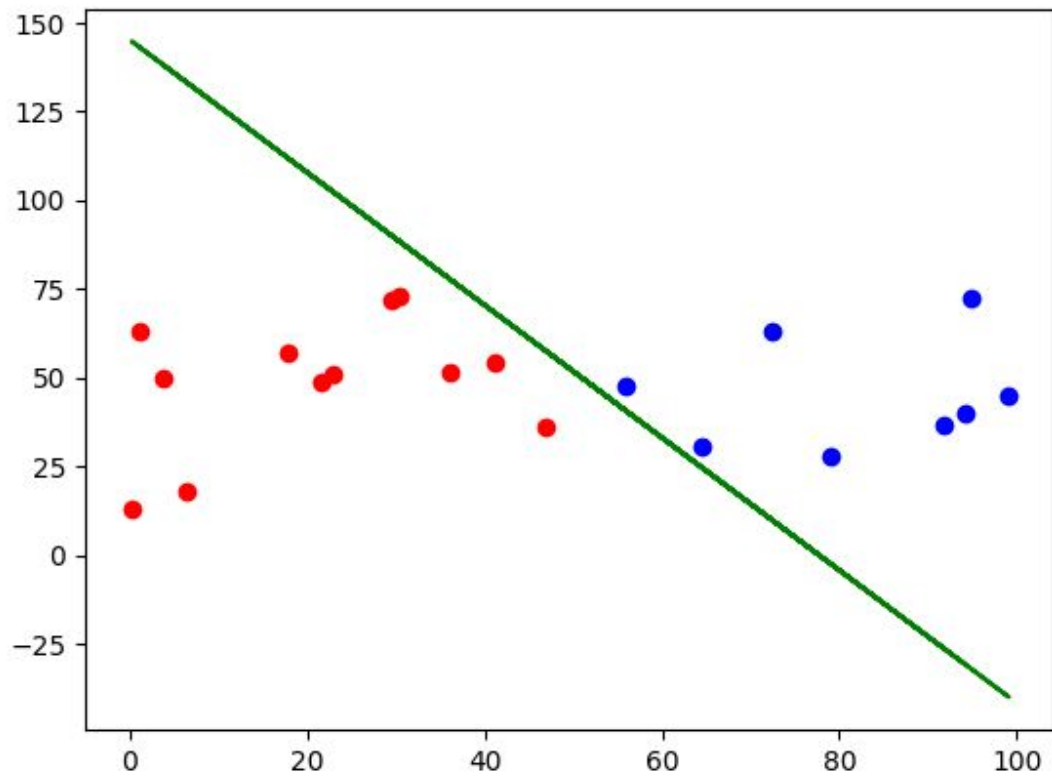
## Gráficos

Os gráficos de todos os itens ficaram iguais com exceção dos **ITEM 6**, sendo assim vamos mostrar apenas 4 gráficos, 2 para os itens iguais e 2 pro item 6

### Treinamento geral

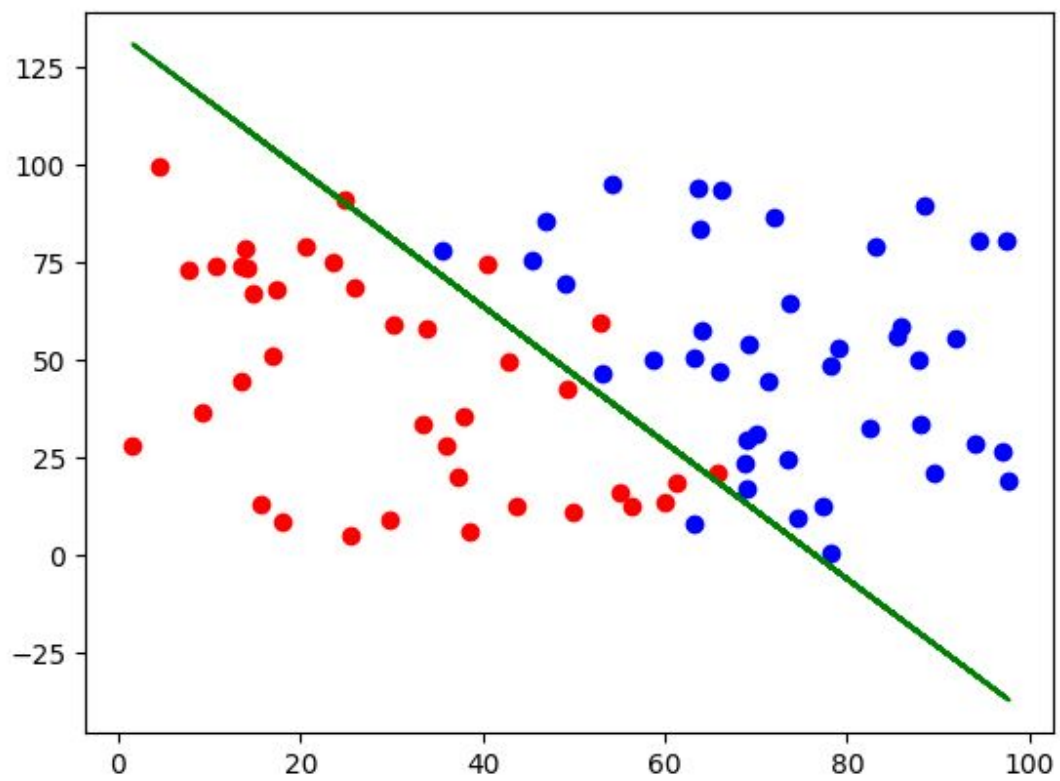


## Teste geral





### Treinamento 6.1.1



### Teste 6.1.1

